



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2004113191/02, 28.04.2004

(24) Дата начала действия патента: 28.04.2004

(45) Опубликовано: 27.05.2005 Бюл. № 15

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: SU 1640198 A1, 07.04.1991. RU 2009263 C1, 15.03.1994. RU 2099437 C1, 20.12.1997. RU 2116373 C1, 27.07.1998. GB 1508184 A, 19.04.1978. WO 0153566 A1, 26.07.2001.

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург, К-2, ул. Мира, 19,
ГОУ УГТУ-УПИ, центр интеллектуальной
собственности

(72) Автор(ы):

Грачев С.В. (RU),
Мальцева Л.А. (RU),
Мальцева Т.В. (RU),
Юрин С.В. (RU)

(73) Патентообладатель(ли):

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
"Уральский государственный технический
университет - УПИ" (RU)

(54) ВЫСОКОПРОЧНАЯ КОРРОЗИОННОСТОЙКАЯ АУСТЕНИТНАЯ СТАЛЬ

(57) Реферат:

Изобретение относится к металлургии, в частности к получению высокопрочной теплостойкой проволоки из коррозионно-стойкой аустенитной стали для изготовления упругих элементов. Коррозионно-стойкая аустенитная сталь содержит компоненты в следующем

соотношении в мас. %: углерод до 0,03; хром 8-25; никель 5-18; кобальт 1,5-10; молибден 0,8-6,0; титан 0,5-1,02; алюминий 0,4-6,02; лантан или кальций 0,005-0,15; железо - остальное. Техническим результатом изобретения является повышение прочности на разрыв до 2600 МПа.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2004113191/02, 28.04.2004**

(24) Effective date for property rights: **28.04.2004**

(45) Date of publication: **27.05.2005 Bull. 15**

Mail address:

**620002, g.Ekaterinburg, K-2, ul. Mira, 19,
GOU UGTU-UPI, tsentr intellektual'noj
sobstvennosti**

(72) Inventor(s):

**Grachev S.V. (RU),
Mal'tseva L.A. (RU),
Mal'tseva T.V. (RU),
Jurin S.V. (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie
vysshego professional'nogo obrazovaniya
"Ural'skij gosudarstvennyj tekhnicheskij
universitet - UPI" (RU)**

(54) **PRODUCTION OF HIGH-STRENGTH CORROSION RESISTANT AUSTENITIC STEEL**

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy; production of high-strength corrosion-resistant austenitic steel.

SUBSTANCE: the invention is pertaining to the field of metallurgy, in particular, to a production of high-strength corrosion-resistant austenitic steel used for production of elastic elements. The corrosion-resistant austenitic steel contains components in the following ratio (in mass %): carbon - up to 0.03; chromium - up to 8-25; nickel - up to 5-18; cobalt - up to

1.5 - 10; molybdenum - up to 0.8 - 6.0; titanium - up to 0.5 - 1.02; aluminum - up to 0.4 - 6.02; lanthanum or calcium - up to 0.005 - 0.15; iron - the rest. The technical effect of the invention is an increase of the tensile strength of the high-strength corrosion-resistant austenitic steel up to 2600 MPa.

EFFECT: the invention ensures an increase of the tensile strength of the high-strength corrosion-resistant austenitic steel up to 2600 Mpa.

1 ex

Изобретение относится к области металлургии, то есть к изысканию сплавов, применяемых в машиностроении для получения высокопрочной теплостойкой проволоки различных диаметров и областей применения.

Разработка высокопрочных и теплостойких сталей для упругих элементов, способных
 5 надежно противостоять воздействию агрессивных сред, является важной задачей. Имеющийся опыт создания и использования подобных материалов свидетельствует о возможности практического решения этой проблемы путем применения сталей, в том числе аустенитных, в которых требуемые свойства достигаются термомеханическим упрочнением (закалка + деформация + старение). [Грачев С.В., Бараз В.Р. Теплостойкие и
 10 коррозионно-стойкие пружинные стали. - М.: Металлургия, 1989, с.75-101].

В настоящее время для изготовления высокопрочной коррозионно-стойкой проволоки используются многие типы сплавов. Некоторые из этих сплавов являются мартенситной коррозионно-стойкой сталью, мартенситостареющей коррозионно-стойкой сталью, нелегированными углеродистыми сталями, дисперсионно-твердеющими сталями и сталями
 15 аустенитного класса.

Основным преимуществом коррозионно-стойких сталей аустенитного класса являются их высокие служебные характеристики (прочность, коррозионная стойкость, пластичность).

Известны аналоги изобретения [Патент №2035524. Россия. Публикация 1995 г., кл. С 22 С 38/58. Коррозионно-стойкая сталь; Патент №2015194. Россия. Публикация 1994 г., кл.
 20 С 22 С 38/50. Сталь; Патент №2015195. Россия. Публикация. 1994 г., кл. С 22 С 38/58. Аустенитная сталь; Авторское свидетельство СССР №939537, кл. С 22 С 38/58. Аустенитная сталь; Патент №2099437. Швеция. Публикация 1994 г. кл., С 22 С 38/52. Дисперсионно-твердеющая мартенситная нержавеющая сталь], позволяющие получить высокопрочную коррозионно-стойкую сталь для изготовления проволоки, пружин и т.д.

Наиболее близкой по составу к исследуемой стали является мартенситостареющая сталь 03X12H8K5M2TЮ (по ТУ 14-136-198-75), которая при изменении соотношения хрома, никеля и алюминия переходит в аустенитный класс.

В настоящее время из числа нестабильных аустенитных сталей наиболее широкое распространение в качестве коррозионно-стойких пружинных материалов получили
 30 хромникелевые стали типа 18-8. Типичными представителями этой группы являются стали 12X18H9T, 12X18H9, 12X18H10T и другие, близкие им по составу. К основным достоинствам указанных сталей следует отнести коррозионную стойкость, повышенную пластичность в закаленном состоянии и склонность к заметному упрочнению в процессе пластической деформации. Они отличаются также хорошей релаксационной стойкостью
 35 при температурах до 250-300°C.

Но стали типа 18-8 имеют ряд недостатков. В некоторых особо жестких условиях нагружения недостаточными оказываются показатели прочностных свойств. В ряде случаев возникает необходимость в усилении их коррозионной стойкости.

Прототипом изобретения выбрана сталь марки 12X18H10T (ГОСТ 5632-72).

Задача, на решение которой направлено изобретение, заключается в создании высокопрочной коррозионно-стойкой стали, обладающей более высоким комплексом физико-механических свойств (прочность, коррозионная стойкость).

Поставленная задача достигается тем, что коррозионно-стойкая аустенитная сталь, содержащая углерод, хром, никель, титан и железо, дополнительно содержит кобальт,
 45 молибден, алюминий и лантан (или кальций) при следующем соотношении компонентов: углерод 0,3%, хром 8-25%, никель 5-18%, кобальт 1,5-10%, молибден 0,8-6,0%, титан 0,5-1,02%, алюминий 0,4-6,02%, лантан (или кальций) 0,005-0,15, остальное - железо.

Содержание в стали 0,03 мас.% углерода обеспечивает достижение высокой пластичности.

При содержании хрома менее 8% не обеспечиваются коррозионные свойства нержавеющей стали. При содержании хрома более 25% в структуре стали появляется δ-феррит, который приводит к снижению механических свойств стали [Бабаков
 50 А.А., Приданцев М.В. Коррозионно-стойкие стали и сплавы. М.: Металлургия, 1971, с.7].

Содержание никеля в количестве 5-18 мас.% обеспечивает необходимую устойчивость аустенита и пластичность стали в упрочненном состоянии. Никель также повышает коррозионную стойкость в слабоокисляющихся или неокисляющихся растворах химических веществ. Использование никеля как основы позволяет получить сплавы с высокой

5 коррозионной стойкостью в сильных агрессивных кислотах [Бабаков А.А., Приданцев М.В. Коррозионно-стойкие стали и сплавы. М.: Metallurgy, 1971, с.7]. Увеличение содержания никеля (по сравнению со сталями на базе 18-8 и со сталью 03X12H8K5M2TЮ) приводит к снижению температурного интервала мартенситного превращения и уменьшает интенсивность мартенситных превращений при деформации. По расчетам M_n составляет

10 140°C , $M_d=20^\circ\text{C}$.

Молибден повышает прочность, релаксационную стойкость, способствует повышению коррозионной стойкости [Грачев С. В., Бараз В.Р. Теплостойкие и коррозионно-стойкие пружинные стали. М.: Metallurgy, 1989, с.75-107.; Рахштадт А.Г. Пружинные сплавы. М.: Metallurgy, 1965, с.218-225].

15 Положительно влияет на свойства сталей комплексное легирование молибденом и кобальтом. Влияние кобальта обусловлено тем, что он уменьшает растворимость молибдена в α -железе и тем самым увеличивает объемную долю фаз, содержащих молибден, то есть повышается σ_B . [Грачев С.В., Бараз В.Р. Теплостойкие коррозионно-стойкие пружинные стали. М.: Metallurgy, 1989, с.75-107]. Кобальт также повышает

20 предел текучести [Патент №2035524. Россия. Публикация 1995 г., кл. С 22 С 38/58. Коррозионно-стойкая сталь].

Дополнительное упрочнение получается в результате дисперсионного твердения. Для этого в сталь вводят алюминий, титан. В исследуемой стали из ОЦК-фазы выделяется интерметаллид, по-видимому NiAl (по ранее проведенным исследованиям).

25 Определенное соотношение содержания в стали хрома и никеля, а также ферритообразующих (Mo, Al, Ti) и аустенитообразующих (C, Co) легирующих элементов, обеспечивает достижение оптимальной устойчивости аустенита. При отклонении от этого соотношения аустенит стали оказывается либо слишком неустойчивым и тогда сталь после закалки содержит мартенсит, что приводит к снижению пластичности, либо слишком

30 устойчивым и тогда при холодной деформации возникает мало мартенсита деформации и не достигается высокая прочность [Гольдштейн М.И., Грачев С.В., Векслер Ю.Г. Специальные стали. 2-е изд., перераб. и дополн. М.: МИСИС, 1999, с.408].

Пример. Образцы из исследуемой стали прокатывались в проволоку по маршруту: 14,3-13,5-12,0-11,2-9,5-8,0-7,5-7,0-6,4-5,91-5,7-5,3-4,9-4,31-3,92-3,35-2,77.

35 Предполагалось тянуть до потери пластичности, однако даже при такой чрезвычайно высокой степени холодной пластической деформации не наблюдалось падение пластичности, характеристики относительного удлинения δ и относительного сужения ψ , оставались на достаточно высоком уровне. Увеличение степени холодной пластической деформации до 94,4% позволило получить высокие значения прочности ($\sigma_B=1480$ МПа).

40 Как показали данные рентгеноструктурного анализа, аустенит при холодной пластической деформации претерпевает мартенситное превращение и при деформации 95% количество мартенсита составляет 90%, то есть столь значительное упрочнение связано как с наклепом, так и $\gamma \rightarrow \alpha$ превращением с образованием мартенсита деформации.

45 Исследовалось влияние температуры старения (в интервале температур от 300°C до 700°C с выдержкой при каждой температуре в течение часа) на механические свойства и фазовый состав исследуемой стали. Процессы старения изучали как на закаленных образцах стали, так и после холодной пластической деформации $\epsilon=94,4\%$. Наибольшее упрочнение происходит на деформированных образцах, причем максимальное упрочнение

50 наблюдается при температурах $450-550^\circ\text{C}$.

Изучение микроструктуры исследуемой стали после старения показало, что до температур старения 450°C изменения микроструктуры не происходит. И только при старении $500-600^\circ\text{C}$ наблюдается появление неоднородности структуры мартенсита, что

может быть следствием распада пересыщенного твердого раствора. Эти предположения согласуются с данными рентгеноструктурного анализа, которые указывают на то, что при нагреве выше 500°C вслед за выделением из ОЦК фазы интерметаллида, по-видимому NiAl (по ранее проведенным исследованиям) происходит $\alpha \rightarrow \gamma$ превращение, приводящее к увеличению количества аустенита и уменьшению количества мартенситодеформации.

Таким образом, наиболее высокий уровень прочностных и пластических свойств отвечает следующему режиму обработки: закалка + деформация - 95% + старение 450°C, $t=14$. Сопротивление при разрыве σ_b в этом случае достигает 2600 МПа, что примерно на 500 МПа больше, чем у стали 12X18H10T.

Как показали ранее проведенные исследования, данная сталь является глубоко стабильной и даже после обработки холодом до температуры - 196°C не удалось получить в структуре мартенсит.

Таким образом, высокий уровень прочностных, релаксационных и коррозионных свойств создает возможность использования стали 03X13H10K5M2TiO0,8 в качестве материала для изготовления высокопрочной проволоки, пружин, упругих элементов и т.д.

Формула изобретения

Коррозионно-стойкая аустенитная сталь, содержащая углерод, хром, никель, титан и железо, отличающаяся тем, что она дополнительно содержит кобальт, молибден, алюминий и лантан или кальций при следующем соотношении компонентов, мас. %:

Углерод до 0,03

Хром 8-25

Никель 5-18

Кобальт 1,5-10

Молибден 0,8-6,0

Титан 0,5-1,02

Алюминий 0,4-6,02

Лантан или кальций 0,005-0,15

Железо Остальное



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ИЗВЕЩЕНИЯ К ПАТЕНТУ НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

(21), (22) Заявка: 2004113191/02, 28.04.2004

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
28.04.2004

(45) Опубликовано: 27.05.2005

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: SU 1640198 A1, 07.04.1991. RU 2009263
C1, 15.03.1994. RU 2099437 C1, 20.12.1997. RU
2116373 C1, 27.07.1998. GB 1508184 A,
19.04.1978. WO 0153566 A1, 26.07.2001.

Адрес для переписки:
620002, г.Екатеринбург, К-2, ул. Мира, 19,
ГОУ УГТУ-УПИ, центр интеллектуальной
собственности

(72) Автор(ы):

Грачев С.В. (RU),
Мальцева Л.А. (RU),
Мальцева Т.В. (RU),
Юрин С.В. (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
"Уральский государственный технический
университет - УПИ" (RU)

(54) ВЫСОКОПРОЧНАЯ КОРРОЗИОННОСТОЙКАЯ АУСТЕНИТНАЯ СТАЛЬ

Опубликовано на CD-ROM: MIMOSA RBI 2005/15D RBI200515D

ММ4А - Досрочное прекращение действия патента СССР или патента Российской Федерации на изобретение из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

(21) Регистрационный номер заявки: 2004113191

Дата прекращения действия патента: 29.04.2006

Извещение опубликовано: 20.11.2007 БИ: 32/2007